

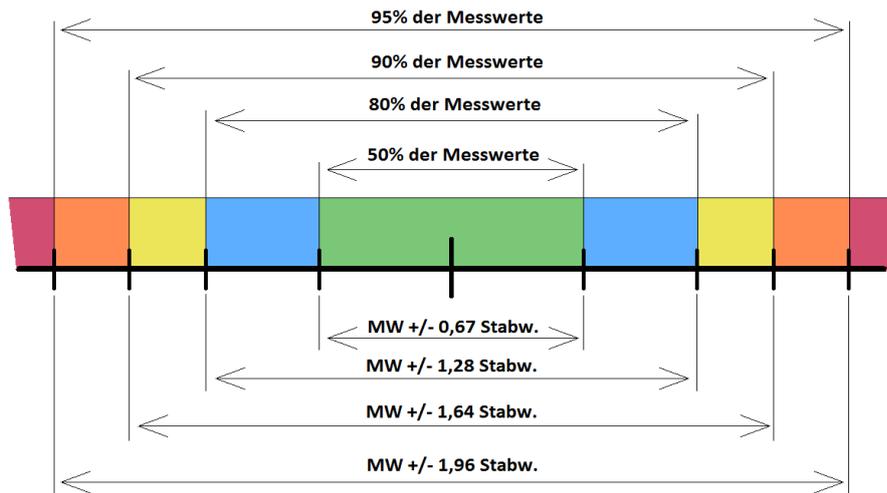
# Laborvergleich SVOC der AGÖF 2013

## 1. Durchführung

Der Ringversuch fand in einer provisorisch sanierten Turnhalle der Stadt Fürth am 26.10.2013 zwischen ca. 09:00 und 13:00 Uhr statt. Die Turnhalle wurde am Vorabend gelüftet und anschließend wurden die Fenster verschlossen gehalten. Auf eine weitere Konditionierung wurde verzichtet. Die Messungen erfolgten gleichzeitig im genannten Zeitrahmen, die Probenahmedauer betrug dabei 3 - 4 Stunden. Die Türen der Halle waren während der Probenahme weitgehend verschlossen. Mit Hilfe von zwei Gebläsen wurde eine gleichmäßige Luftumwälzung innerhalb der Turnhalle sichergestellt.

## 2. Vorgehensweise statistische Auswertung

- Alle Messergebnisse, die unter ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze liegen, werden halbiert, um einen Zahlenwert für die statistische Auswertung zu erhalten. Für die Proben 1-4 wurden die Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze entfernt, da die Bestimmungsgrenze zu hoch liegt.
- Für die Rohdaten werden zunächst der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. Anhand der Standardabweichung und unter der Annahme einer Normalverteilung wird das Konfidenzintervall (Vertrauensbereich) bestimmt.
- Als **Ausreißer** werden alle Werte angesehen, die mit der **Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 5\%$**  außerhalb des Konfidenzintervalls liegen. Da es sich hierbei um eine zweiseitige Vertrauensgrenze handelt, liegen alle Ausreißer außerhalb des Bereichs **Mittelwert  $\pm 1,96 \times$  Standardabweichung**.
- Der „Ausreißertest“ wird nach der Entfernung eines Ausreißers und der Neuberechnung von Mittelwert und Standardabweichung so lange wiederholt, bis keine Ausreißer mehr vorliegen und somit alle Messwerte innerhalb des Intervalls Mittelwert  $\pm 1,96 \times$  Standardabweichung liegen.
- Für die Daten ohne Ausreißer werden der Mittelwert und die Standardabweichung neu berechnet. Zur weiteren Aufbereitung der Daten werden die Ergebnisse nach ihrer Abweichung vom Mittelwert farblich aufbereitet. Die einzelnen Farben bedeuten dabei
  - **ROT**: Ausreißer liegt **außerhalb** des Konfidenzintervalls **MW  $\pm 1,96 \times$  Stabw. ( $\alpha = 5\%$ )**
  - **ORANGE**: Messwerte liegen **außerhalb** des Konfidenzintervalls **MW  $\pm 1,64 \times$  Stabw. ( $\alpha = 10\%$ )** aber **innerhalb** des Intervalls **MW  $\pm 1,96 \times$  Stabw. ( $\alpha = 5\%$ )**
  - **GELB**: Messwerte liegen **außerhalb** des Konfidenzintervalls **MW  $\pm 1,28 \times$  Stabw. ( $\alpha = 20\%$ )**, aber **innerhalb** des Intervalls **MW  $\pm 1,64 \times$  Stabw. ( $\alpha = 10\%$ )**
  - **BLAU**: Messwerte liegen **außerhalb** des Konfidenzintervalls **MW  $\pm 0,67 \times$  Stabw. ( $\alpha = 50\%$ )**, aber **innerhalb** des Intervalls **MW  $\pm 1,28 \times$  Stabw. ( $\alpha = 20\%$ )**
  - **GRÜN**: Messwerte liegen **innerhalb** des Konfidenzintervalls **MW  $\pm 0,67 \times$  Stabw. ( $\alpha = 50\%$ )**.
  - In der Auswertung werden die jeweiligen Intervallgrenzen für die jeweilige Substanz als Zahlenwert angegeben
  - Folgende Grafik verdeutlicht nochmals die Lage der einzelnen Kategorien



- Die Messwerte werden einmal unabhängig vom Probenahmemedium ausgewertet. Zur weiteren Auswertung erfolgt eine getrennte Betrachtung von Florisil- und PU-Schaum-Proben.

### 3. Ergebnisse Rohdaten

	Probenahmemedium	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Summe PCB (gerundet)	Summe PCB nach LAGA	PCB-118
Einheit		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						
Probe 1	Florisil	71	36	<10	<10	<10	<10	107	535	<10
Probe 2	Florisil	100	52	<10	<10	<10	<10	152	760	<10
Probe 3	Florisil	100	50	<10	<10	<10	<10	150	750	<10
Probe 4	Florisil	48	52	<10	<10	<10	<10	100	500	<10
Probe 5	PU	52	62	10	1	<1	<1	125	625	<1
Probe 6	PU	50	60	10	1	<1	<1	121	605	<1
Probe 7	PU	51	64	10	1	<1	<1	126	630	<1
Probe 8	Florisil	38,7	54,9	6,2	1,5	1,3	<0,5	102,4	512	1,5
Probe 9	PU/GFF	38,2	56,1	6,6	1,4	1,3	<0,5	103,5	517	1,3
Probe 10	PU/GFF	36,5	53,8	6,2	1,4	1,1	<0,5	99,0	495	1,3
Probe 11	PU	66	62	6,1	1,5	1,4	0,3	137,3	686,5	1,3
Probe 12	PU	72	70	6,5	1,7	1,5	0,3	152	760	1,4
Probe 13	PU	46	51	6	1	2	<1	106	530	1
Probe 14	PU	41	46	5	1	2	<1	95	475	1
Probe 15	PU/GFF	30	52	6,7	1,1	0,7		90,5	452,5	0,9
Probe 16	PU/GFF	34	56	7,4	1,3	1,2		99,9	499,5	0,9
Probe 17	PU	47	67	9	2	2	<1	127	635	4
Probe 18	PU	33	43	4,9	1,5	1,2	n.b.	83,6	418	1,1
Probe 19	Florisil	32,1	44,3	5,3	1,3	1,0	0,3	84,3	421,7	1,2
Probe 20	PU	38,5	52,5	5,9	1,8	1,6	0,5	100,7	503	2
Probe 21	Florisil	19,7	21,2	3	0,6	0,3	0,2	45	225	0,5
Probe 22	Florisil	17,7	19,4	2,3	0,6	0,3	0,3	40,6	203	0,5
Probe 23	Florisil	19,8	21,5	2,3	0,5	0,3	0,2	44,6	223	0,5
Probe 24	Florisil	20,2	22,7	2,7	0,8	0,5	0,2	47,1	235,5	0,6
Probe 25	Florisil	37,4	55,5	5,5	1,2	1,1	<0,5	100,7	503,5	1,4
Probe 26	PU	51	64	10	1	<1	<1	126	630	<1
Probe 27	PU	50	57	6	<1	<1	<1	113	565	
Probe 28	PU	47	66	7	<1	1	<1	121	605	
Probe 29	PU	58	65	6	1	1	<1	131	655	
Probe 30	PU	28	35	6	1	<1	<1	70	350	1
Probe 31	PU	30	36	5	<1	<1	<1	71	355	1,1
Probe 32	PU/GFF	83	74	11	2	2	<1	172	870	2
Probe 33	Florisil	44	41	6,7	<3	<3	<3	91,7	460	<3
Probe 34	PU	84	70	10	2	2	<1	168	850	2
Probe 35	GFF	89	78	10	2	2	<1	181	910	5
Probe 36	PU	51	60	9	1	<1	<1	121	605	<1
Probe 37	PU	50,5	41	11,6	2,6	2,3	3,1	111,1	555,5	2,6
Probe 38	Florisil	43,5	40,5	9,5	4,5	4,5	3,4	105,9	529,5	1,9
Probe 39	PU/GFF	52	37,1	10,5	4,7	5,9	4,8	115	575	2,8
Probe 40	PU	41	54	8	<1	<1	<1	103	515	<1
Probe 41	PU	34	43	7,4	<2	<2	<2	84,4	422	<2

#### 4. Auswertung Messergebnisse Florisil + PU-Schaum

PCB	Probenahme medium	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Summe PCB (gerundet)	Summe PCB nach LAGA	PCB-118
Einheit		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						
Probe 1	Florisil	71	36					107	535	
Probe 2	Florisil	100	52					152	760	
Probe 3	Florisil	100	50					150	750	
Probe 4	Florisil	48	52					100	500	
Probe 5	PU	52	62	10,0	1,0	0,5	0,5	126	630	0,5
Probe 6	PU	50	60	10,0	1,0	0,5	0,5	122	610	0,5
Probe 7	PU	51	64	10,0	1,0	0,5	0,5	127	635	0,5
Probe 8	Florisil	39	55	6,2	1,5	1,3	0,3	102	512	1,5
Probe 9	PU/GFF	38	56	6,6	1,4	1,3	0,3	103	517	1,3
Probe 10	PU/GFF	37	54	6,2	1,4	1,1	0,3	99	495	1,3
Probe 11	PU	66	62	6,1	1,5	1,4	0,3	137	687	1,3
Probe 12	PU	72	70	6,5	1,7	1,5	0,3	152	760	1,4
Probe 13	PU	46	51	6,0	1,0	2,0	0,5	106	530	1,0
Probe 14	PU	41	46	5,0	1,0	2,0	0,5	95	475	1,0
Probe 15	PU/GFF	30	52	6,7	1,1	0,7	0,4	91	453	0,9
Probe 16	PU/GFF	34	56	7,4	1,3	1,2	0,4	100	500	0,9
Probe 17	PU	47	67	9,0	2,0	2,0	0,5	127	635	4,0
Probe 18	PU	33	43	4,9	1,5	1,2		84	418	1,1
Probe 19	Florisil	32	44	5,3	1,3	1,0	0,3	84	422	1,2
Probe 20	PU	38	53	5,9	1,8	1,6	0,5	101	503	2,0
Probe 21	Florisil	20	21	3,0	0,6	0,3	0,2	45	225	0,5
Probe 22	Florisil	18	19	2,3	0,6	0,3	0,3	41	203	0,5
Probe 23	Florisil	20	22	2,3	0,5	0,3	0,2	45	223	0,5
Probe 24	Florisil	20	23	2,7	0,8	0,5	0,2	47	234	0,6
Probe 25	Florisil	37	56	5,5	1,2	1,1	0,3	101	504	1,4
Probe 26	PU	51	64	10,0	1,0	0,5	0,5	126	630	0,5
Probe 27	PU	50	57	6,0	0,5	0,5	0,5	113	565	
Probe 28	PU	47	66	7,0	0,5	1,0	0,5	121	605	
Probe 29	PU	58	65	6,0	1,0	1,0	0,5	131	655	
Probe 30	PU	28	35	6,0	1,0	0,5	0,5	70	350	1,0
Probe 31	PU	30	36	5,0	0,5	0,5	0,5	71	355	1,1
Probe 32	PU/GFF	83	74	11,0	2,0	2,0	0,5	172	870	2,0
Probe 33	Florisil	44	41	6,7	0,5	0,5	0,5	92	460	0,5
Probe 34	PU	84	70	10,0	2,0	2,0	0,5	168	850	2,0
Probe 35	GFF	89	78	10,0	2,0	2,0	0,5	181	910	5,0
Probe 36	PU	51	60	9,0	1,0	0,5	0,5	121	605	0,5
Probe 37	PU	51	41	11,6	2,6	2,3	3,1	111	556	2,6
Probe 38	Florisil	44	41	9,5	4,5	4,5	3,4	106	530	1,9
Probe 39	PU/GFF	52	37	10,5	4,7	5,9	4,8	115	575	2,8
Probe 40	PU	41	54	8,0	0,5	0,5	0,5	103	515	0,5
Probe 41	PU	34	43	7,4	0,5	0,5	0,5	84	422	0,5
<b>mit Ausreißer</b>										
Anzahl		41	41	37	37	37	36	41	41	34
Mittelwert		48,2	50,9	7,1	1,3	1,3	0,7	108	541	1,3
StabW		20,7	14,6	2,5	0,9	1,1	1,0	33	167	1,0
StabW relativ		43%	29%	35%	70%	90%	141%	31%	31%	78%
<b>ohne Ausreißer (a=5%)</b>										
Anzahl		29	36	37	34	34	33	29	29	30
Mittelwert		42,5	53,4	7,1	1,1	1,0	0,4	108	541	1,0
StabW		8,2	10,7	2,5	0,5	0,6	0,1	15	75	0,5
StabW relativ		19%	20%	35%	44%	59%	29%	14%	14%	51%
obere Grenze (a=5%)		59	74	11,9	2,1	2,2	0,64	137	687	2,0
untere Grenze (a=5%)		26	32	2,2	0,0	0,0	0,00	79	394	0,0
obere Grenze (a=10%)		56	71	11,2	1,9	2,0	0,60	133	663	1,8
untere Grenze (a=10%)		29	36	3,0	0,0	0,0	0,00	84	418	0,0
obere Grenze (a=20%)		53	67	10,2	1,7	1,8	0,56	127	636	1,7
untere Grenze (a=20%)		32	40	3,9	0,5	0,0	0,00	89	445	0,0
obere Grenze (a=50%)		48	61	8,7	1,4	1,4	0,49	118	591	1,3
untere Grenze (a=50%)		37	46	5,4	0,8	0,6	0,33	98	491	0,7

## 5. Auswertung Messergebnisse Florisil

PCB	Probenahme medium	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Summe PCB (gerundet)	Summe PCB nach LAGA	PCB-118
Einheit		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						
Probe 1	Florisil	71	36					107	535	
Probe 2	Florisil	100	52					152	760	
Probe 3	Florisil	100	50					150	750	
Probe 4	Florisil	48	52					100	500	
Probe 8	Florisil	39	55	6,2	1,5	1,3	0,3	102	512	1,5
Probe 19	Florisil	32	44	5,3	1,3	1,0	0,3	84	422	1,2
Probe 21	Florisil	20	21	3,0	0,6	0,3	0,2	45	225	0,5
Probe 22	Florisil	18	19	2,3	0,6	0,3	0,3	41	203	0,5
Probe 23	Florisil	20	22	2,3	0,5	0,3	0,2	45	223	0,5
Probe 24	Florisil	20	23	2,7	0,8	0,5	0,2	47	236	0,6
Probe 25	Florisil	37	56	5,5	1,2	1,1	0,3	101	504	1,4
Probe 33	Florisil	44	41	6,7	0,5	0,5	0,5	92	460	0,5
Probe 38	Florisil	44	41	9,5	4,5	4,5	3,4	106	530	1,9
<b>mit Ausreißer</b>										
Anzahl		13	13	9	9	9	9	13	13	9
Mittelwert		45,5	39,3	4,8	1,3	1,1	0,6	90	451	0,9
StabW		28,3	13,8	2,5	1,3	1,3	1,0	37	187	0,5
StabW relativ		62%	35%	51%	99%	123%	167%	41%	41%	0,6
<b>ohne Ausreißer (a=5%)</b>										
Anzahl		13	13	9	8	8	7	13	13	9
Mittelwert		45,5	39,3	4,8	0,9	0,7	0,2	90	451	0,9
StabW		28,3	13,8	2,5	0,4	0,4	0,1	37	187	0,5
StabW relativ		62%	35%	51%	45%	60%	21%	41%	41%	0,6
obere Grenze (a=5%)		101,1	66,4	9,7	1,6	1,4	0,35	163	817	2,0
untere Grenze (a=5%)		0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	0,00	17	84	0,0
obere Grenze (a=10%)		92,2	62,1	8,9	1,5	1,3	0,33	152	758	1,8
untere Grenze (a=10%)		0,0	16,5	0,8	0,0	0,0	0,00	29	143	0,0
obere Grenze (a=20%)		81,8	57,0	8,0	1,4	1,2	0,31	138	690	1,6
untere Grenze (a=20%)		9,3	21,6	1,7	0,4	0,0	0,00	42	211	0,0
obere Grenze (a=50%)		64,5	48,6	6,5	1,1	0,9	0,28	115	576	1,3
untere Grenze (a=50%)		26,6	30,0	3,2	0,6	0,4	0,21	65	325	0,6

## 6. Auswertung Messergebnisse PU-Schaum

PCB	Probenahme medium	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-153	PCB-138	PCB-180	Summe PCB (gerundet)	Summe PCB nach LAGA	PCB-118
Einheit		ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>						
Probe 5	PU	52	62	10,0	1,0	0,5	0,5	126	630	0,5
Probe 6	PU	50	60	10,0	1,0	0,5	0,5	122	610	0,5
Probe 7	PU	51	64	10,0	1,0	0,5	0,5	127	635	0,5
Probe 9	PU/GFF	38	56	6,6	1,4	1,3	0,3	103	517	1,3
Probe 10	PU/GFF	37	54	6,2	1,4	1,1	0,3	99	495	1,3
Probe 11	PU	66	62	6,1	1,5	1,4	0,3	137	687	1,3
Probe 12	PU	72	70	6,5	1,7	1,5	0,3	152	760	1,4
Probe 13	PU	46	51	6,0	1,0	2,0	0,5	106	530	1,0
Probe 14	PU	41	46	5,0	1,0	2,0	0,5	95	475	1,0
Probe 15	PU/GFF	30	52	6,7	1,1	0,7	0,4	91	453	0,9
Probe 16	PU/GFF	34	56	7,4	1,3	1,2	0,4	100	500	0,9
Probe 17	PU	47	67	9,0	2,0	2,0	0,5	127	635	4,0
Probe 18	PU	33	43	4,9	1,5	1,2		84	418	1,1
Probe 20	PU	38	53	5,9	1,8	1,6	0,5	101	503	2,0
Probe 26	PU	51	64	10,0	1,0	0,5	0,5	126	630	0,5
Probe 27	PU	50	57	6,0	0,5	0,5	0,5	113	565	
Probe 28	PU	47	66	7,0	0,5	1,0	0,5	121	605	
Probe 29	PU	58	65	6,0	1,0	1,0	0,5	131	655	
Probe 30	PU	28	35	6,0	1,0	0,5	0,5	70	350	1,0
Probe 31	PU	30	36	5,0	0,5	0,5	0,5	71	355	1,1
Probe 32	PU/GFF	83	74	11,0	2,0	2,0	0,5	172	870	2,0
Probe 34	PU	84	70	10,0	2,0	2,0	0,5	168	850	2,0
Probe 35	GFF	89	78	10,0	2,0	2,0	0,5	181	910	5,0
Probe 36	PU	51	60	9,0	1,0	0,5	0,5	121	605	0,5
Probe 37	PU	51	41	11,6	2,6	2,3	3,1	111	556	2,6
Probe 39	PU/GFF	52	37	10,5	4,7	5,9	4,8	115	575	2,8
Probe 40	PU	41	54	8,0	0,5	0,5	0,5	103	515	0,5
Probe 41	PU	34	43	7,4	0,5	0,5	0,5	84	422	0,5
<b>mit Ausreißer</b>										
Anzahl		28	28	28	28	28	27	28	28	25
Mittelwert		49,4	56,3	7,8	1,4	1,3	0,7	116	582	1,4
StabW		16,5	11,6	2,1	0,9	1,1	1,0	28	142	1,1
StabW relativ		33%	21%	27%	62%	82%	136%	24%	24%	79%
<b>ohne Ausreißer (a=5%)</b>										
Anzahl		23	28	28	26	27	25	22	22	21
Mittelwert		43,0	56,3	7,8	1,2	1,2	0,5	111	555	1,0
StabW		8,8	11,6	2,1	0,5	0,6	0,1	16	78	0,5
StabW relativ		20%	21%	27%	42%	55%	20%	14%	14%	49%
obere Grenze (a=5%)		60	79	11,8	2,2	2,4	0,63	141	707	2,0
untere Grenze (a=5%)		26	33	3,7	0,0	0,0	0,00	81	403	0,0
obere Grenze (a=10%)		57	75	11,2	2,0	2,2	0,60	137	683	1,9
untere Grenze (a=10%)		29	37	4,4	0,0	0,0	0,00	86	428	0,0
obere Grenze (a=20%)		54	71	10,4	1,8	2,0	0,56	131	654	1,7
untere Grenze (a=20%)		32	41	5,1	0,6	0,0	0,00	91	456	0,0
obere Grenze (a=50%)		49	64	9,2	1,5	1,6	0,51	121	607	1,4
untere Grenze (a=50%)		37	48	6,4	0,9	0,7	0,39	101	503	0,7

## 7. Erste Erkenntnisse

- Bezogen auf den Mittelwert lassen sich grundsätzlich mit PU-Schaum und Florisil bei der PCB-Summe nach LGA vergleichbare Ergebnisse erzielen (PU-Schaum: 555 ng/m<sup>3</sup>; Florisil: 451 ng/m<sup>3</sup>; alle: 541 ng/m<sup>3</sup>; jeweils ohne Ausreißer).
- Bei der Streuung der Einzelergebnisse unterscheiden sich jedoch beide Methoden erheblich. Die relative Standardabweichung liegt für PU-Schaum bei 14%, während dies für Florisil bei 41% liegt (alle: 14%; jeweils ohne Ausreißer).
- Bei der nachgewiesenen PCB-Zusammensetzung und -Konzentration ist es unerheblich, ob zusätzlich ein Glasfaserfilter eingesetzt wird.
- Alle Ergebnisse, deren Gesamtsumme als Ausreißer deklariert wurde, sollten bezüglich ihres Messaufbaus und/ oder Laborverfahrens auf systematische Fehler hin untersucht werden.
- Da in den meisten Fällen bei niedrigen Konzentrationen (betrifft vor allem PCB 153, 138, 180, 118) die Bestimmungsgrenze unterschritten wurde und zur Bewertung eine Konzentration in der halben Höhe der Bestimmungsgrenze angenommen wird, ist eine mehr oder weniger ausgeprägte Verfälschung der Verteilungsfunktion anzunehmen. Vor diesem Hintergrund sind dann auch bei der individuellen Auswertung einzelne Ausreißer dieser Verbindungen zu interpretieren.